

УДК 616.314 – 77:616.716.1- 02:616.315 – 037

Василенко Р.Э., ассистент.

Государственное Учреждение «Днепропетровская медицинская академия Министерства Охраны Здоровья Украины», кафедра ортопедической стоматологии. Пр. К. Маркса, 24, Днепропетровск.

Василенко Р.Э., ассистент.

Державний Заклад «Дніпропетровська медична академія Міністерство Охорони Здоров'я України», кафедра ортопедичної стоматології. Пр. К. Маркса, 24, Дніпропетровськ.

Vasilenko R.E., assistant

State Institution "Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine", Department of Prosthodontics. Karl Marx, 24, Dnepropetrovsk

Сравнительные физико-механические и прочностные характеристики армированных и неармированных полных съемных пластиночных протезов верхней челюсти.

Порівняльні фізико-механічні та міцнісні характеристики армованих і неармованих повних знімних протезів верхньої щелепи.

Comparative physical and mechanical strength reinforced and unreinforced characteristics full removable plate dentures upper jaw.

Резюме: в эксперименте определены характерные линии разлома базисов неармированных и армированных протезов, описана разработанная авторами конструкция упрочняющего элемента для базиса протеза.

Определена взаимосвязь между выраженностью свода твердого неба и устойчивостью базиса к окклюзионным нагрузкам. Проанализировано влияние предлагаемого армирующего элемента на прочностные характеристики базиса.

Ключевые слова: верхняя челюсть, полная вторичная адентия, полный съемный протез, базис, армирование, прочность, глубина неба.

Резюме: в експерименті визначено характерні лінії розлому базисів неармованих і армованих протезів, описано розроблену авторами конструкцію елементу, що зміцнює, для базису протеза. Визначено взаємозв'язок між глибиною склепіння твердого піднебіння та стійкістю базису до оклюзійних навантажень. Проаналізовано вплив пропонованого елементу, що армує, на міцнісні характеристики базису.

Ключові слова: верхня щелепа, повна вторинна адентія, повний знімний протез, базис, армування, міцність, глибина піднебіння.

Summary: in an experiment was studied the characteristic fault line bases of unreinforced and reinforced prostheses, was described the developed by the authors the design of the reinforcing member to the base of the prosthesis. Was described the technique of making models for the experiment. Calculated specifications universal reinforcing element on a 3-D computer model. Was found the correlation between the severity of the arch of the hard palate and the stability of the base to the occlusal loads. Analyzed the impact of the proposed reinforcing element on the strength characteristics of the base.

Keywords: upper jaw, full secondary adentia, full denture, foundation, reinforcement, the strength, the depth of the palate.

Сравнительные физико-механические и прочностные характеристики армированных и неармированных полных съемных пластиночных протезов верхней челюсти.

Введение: Актуальность полного съемного пластиночного протезирования на сегодняшний день обусловлена ростом продолжительности жизни населения и увеличением числа пожилых людей с полной вторичной

адентией. По данным литературы, около 50% пожилых людей не имеют зубов в полости рта [1]. Для восстановления жизненно важных функций зубочелюстного аппарата стоматологических больных с полной вторичной адентией традиционно используют полные съемные пластиночные протезы (ПСПП) [2]. По данным литературы [3], перелом базиса ПСПП верхней челюсти (ВЧ) за первые 3 года эксплуатации отмечается у 59,8 % больных. Армирующие элементы описаны в литературе [4, 5] без проведения прочностных исследований базисов ПСПП при окклюзионной нагрузке и без учета формы твердого неба. Некоторые из них чрезвычайно массивны, более ажурные арматуры не обеспечивают должной прочности, стандартные сетчатые металлические арматуры не добавляют прочности базису ПСПП.

Указанные проблемы позволили сформулировать **цель** данного исследования: разработать конструкцию армирующего элемента для базиса ПСПП ВЧ и изучить его физико-механические данные в эксперименте.

Задачами исследования были: определение оптимальной формы армирующего элемента базиса ПСПП, возможность изготовления ПСПП ВЧ с равномерным распределением окклюзионных нагрузок на структурные элементы протеза и экспериментальное подтверждение прочности расчетной конструкции.

Определение оптимальной формы армирующего элемента базиса ПСПП решали с использованием стандартного пакета программ, основанных на методе конечных элементов (МКЭ). Интенсивность напряжений рассчитывали по выражению Губера –Мизеса:

$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6 \cdot (\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}$$

Интенсивность деформаций для модели определяли, исходя из следующего выражения:

$$\varepsilon_i = \frac{\sqrt{2}}{2 \cdot (1 + \mu)} \sqrt{(\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + (\varepsilon_y - \varepsilon_z)^2 + (\varepsilon_z - \varepsilon_x)^2 + \frac{3}{2} \cdot (\gamma_{xy}^2 + \gamma_{yz}^2 + \gamma_{zx}^2)}$$

Анализ разработанной модели (рис.1) показал, что для новой формы

армирующего элемента интенсивность распределения напряжений по гребню альвеолярной дуги значительно снижается, а величина максимальных напряжений в областях межзубных промежутков уменьшается на 15–20%. Это повышает устойчивость армированного базиса к знакопеременным нагрузкам и срок службы ПСПП. Кроме того, для новой формы армирующего элемента величина смещения протеза вследствие воздействия знакопеременных окклюзионных нагрузок для всех типов альвеолярного отростка снижается в 1,5 – 2 раза [6].

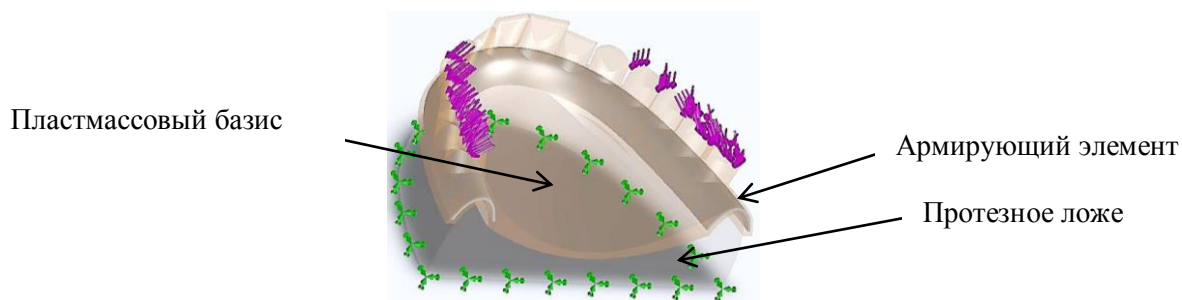


Рис. 1. Трехмерная компьютерная модель зубного протеза с предлагаемой формой армирующего элемента.

Анализ проводили для трех разных типов беззубой верхней челюсти (1-й, 2-й и 3-й класс из Шредеру) с разными типами нагрузки. При нагружении боковых зубов на 3D-модели усилием 108 Н под углом 45° получены следующие результаты: на модели с плоским небом (3 класс по Шредеру) (рис.2, в) очаги напряжений расположены в задней трети неба по обе стороны от срединного шва и на небном скате альвеолярного отростка в области шеек фронтальной группы зубов и премоляров. В области моляров очаги напряжений не отмечаются, однако в межзубных промежутках имеются точечные очаги с максимальными значениями напряжений. Глубокое и среднее небо (1 и 2 классы по Шредеру) имеют идентично расположенные очаги напряжений в области небного ската альвеолярного отростка по всей длине зубного ряда и в межзубных промежутках, однако с меньшей интенсивностью окраски (рис. 2, а, б).

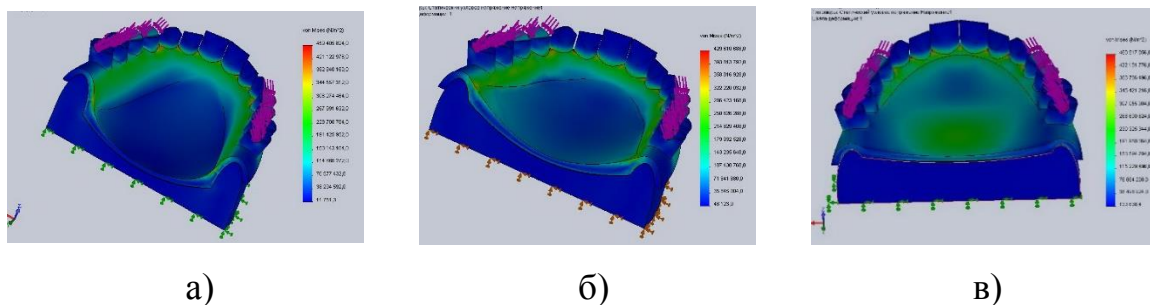


Рис.2. Нагрузка под углом 45° на окклюзионные поверхности премоляров и моляров: а) модель с глубоким небом; б) модель со средним небом; в) модель с плоским небом.

Показатели НДС на модели 2-го класса увеличены по сравнению с моделью 1-го класса на 18,9 %, а на модели 3-го класса по сравнению с моделью 2-го класса – на 28,6%. В очагах максимальных напряжений увеличение отмечается соответственно на 9,8% и 10,1%. При сравнении 1-го и 3-го классов видно, что напряжения возрастают на 42,1% и 18,9 % соответственно. Выполненные расчеты позволили разработать форму армирующей конструкции для базиса полного съемного протеза в форме арки, расположенной по гребню альвеолярного отростка и имеющей перфоративные отверстия для снижения веса и усиления ретенции (декл. пат. UA № 84455 от 25.10.2013 г.). В поперечном соединении в области дистального отдела базиса (по линии «А») нет необходимости, так как на прочностные свойства армирующего элемента это не оказывает влияния (рис. 3). Армирующий элемент имеет ажурный вид, но усилен в местах частых поломок согласно статистическим данным, компьютерному 3D моделированию и клиническим испытаниям.



Рис.3. Универсальный армирующий элемент для базиса ПСПП.

Пространственная фиксация арматуры на технологических штифтах не требует изменения рельефа протезного ложа и гарантирует точное размещение внутри базиса протеза, сокращает время адаптации больного к протезу и количество посещений врача. Охват стенками арматуры альвеолярного гребня орально и вестибулярно препятствует возникновению трещин, берущих начало с вестибулярной стороны, и дает армирующему элементу максимальную прочность за счет формы арки. Нами разработан способ фиксации цельнолитого армирующего элемента внутри базиса ПСПП ВЧ (декл. пат. № 54395 от 10.11.2010 г.). Арматуру фиксируют в гипсе технологическими штифтами, которые отлиты одним целым с ней, а на этапе обработки штифты срезают на уровне поверхности базиса протеза (рис. 4). Ретенционные штифты длиной 10-12 мм расположены на поверхности шины, не прилегающей к протезному ложу.



Рис.4. Цельнолитой универсальный армирующий элемент с технологическими штифтами на гипсовой модели.

При формовке базисной пластмассы в кювету обратным методом конвергирующие штифты прочно фиксируются в гипсе, заполнившем верхнюю часть кюветы (рис. 5).



Рис.5. Пространственная фиксация шины в кювете с помощью технологических штифтов.

Материалы и методы. Для реализации поставленной цели исследования были изготовлены три группы фантомных образцов ПСПП ВЧ согласно форме рельефа твердого неба по классификации Шредера (соответственно I, II и III класс). В каждой группе было выполнено по 30 протезов. Группы были разделены на две равные подгруппы (армированные и неармированные образцы) по 15 протезов в каждой (рис.6).



Рис. 6. Образцы экспериментальных зубных протезов с армированным и неармированным базисом.

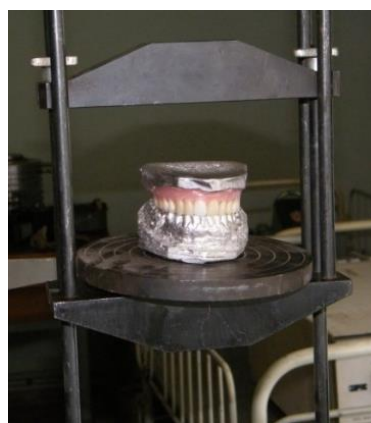
Неразрушаемыми зубами-антагонистами нижней челюсти служила модель, отлитая из легкоплавкого сплава (мелота). Данный сплав в силу своих высоких пластичных свойств препятствовал разрушению модели зубов-антагонистов и позволял создать максимально плотный фиссурно-бугровый контакт с испытуемыми образцами. Для моделирования максимально приближенных к условиям полости рта (рельефа и податливости слизистой оболочки протезного ложа) использовали модели ВЧ из мелота, покрытые мягкой пластмассой для перебазировки съемных

протезов фирмы Zemark. Методика изготовления опытной модели для имитации свойств слизистой оболочки запатентована авторами, получена приоритетная справка. На модель верхней челюсти надевали испытуемый протез с арматурой или без нее, после чего протез сопоставляли в окклюзионный контакт с неразрушаемой моделью нижней челюсти из мелота, устанавливали в испытательную машину FU-10 000 eZ № 13/78 (Германия) и проводили прямые измерения разрушающих усилий образцов протезов с точным дозированием нагрузки (до 0,01 кг) (рис.7а, б). Исследования проводили на базе Днепропетровского регионального государственного научно-технического Центра стандартизации, метрологии и сертификации под руководством инженера-метролога.

Результаты исследования и их обсуждение. Данные о максимальных нагрузках разрушения испытуемых образцов ПСПП ВЧ с армирующим элементом сопоставляли с неармированными образцами аналогичной формы.



а)



б)

Рис.7. Машина FU-10 000 eZ (а) с установленным в нее испытуемым образцом (б).

На испытуемые образцы подавалась дозированная нагрузка до появления видимых разрушений базиса протеза. Неармированные образцы сразу разрушались по характерным линиям разлома, описанным в литературе [7] . В армированных образцах сначала появлялись трещины и лишь при значительном увеличении нагрузки образец разрушался. Результаты

проведенных измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты проведенных измерений разрушения исследуемых образцов

Показатель	Мелкое небо		Среднее небо		Глубокое небо	
	Арм.	Неарм.	Арм.	Неарм.	Арм.	Неарм.
$M \pm m$ (кг/с)	389,4 \pm 6,3	111,0 \pm 3,6	459,7 \pm 3,6	153,7 \pm 2,0	534,5 \pm 7,6	189,2 \pm 3,3
Δ (кг/с, %)	278,4 (251%)		306,0 (199%)		345,3 (183%)	
p	<0,001		<0,001		<0,001	

Примечание. Δ – изменение среднего значения (M) показателя по сравнению с неармированным образцом; p – достоверность различий с неармированным образцом.

Анализ данных табл. 1 показывает, что разница в усилии полного разрушения армированных и неармированных испытуемых образцов с мелким небом составляет 278,4 кг/с, образцов со средним небом – 306,0 кг/с, а образцов с глубоким небом – 345,3 кг/с. Армированные протезы с плоским небом прочнее аналогичных неармированных образцов в 3,51 раза. При средне выраженном небе это значение составляет 2,99 раза, а при глубоком небе – 2,83 раза.

Кроме того, величины разрушающей нагрузки во всех образцах сильно коррелируют с формой неба (коэффициент корреляции Спирмена (r) равен 0,941; $p < 0,001$). Прочностные значения армированных протезов возрастают с выраженностью свода неба: при среднем небе по сравнению с плоским – на 18%, при глубоком – на 16% и 37% больше, чем при среднем и плоском, соответственно. В то же время в группе неармированных протезов образцы со средним небом прочнее образцов с плоским небом в 1,4 раза (на 39%), протезы с глубоким небом прочнее средних в 1,2 раза (на 23%) и мелких – в 1,7 раза (на 71%) (рис. 8). Можно предположить, что в группе неармированных образцов резко выраженная арочная форма протеза повышает его прочностные свойства на 71% по сравнению с плоской формой неба. Однако даже такое повышение прочностных свойств за счет

особенностей рельефа протезного ложа не может сравниться с повышением прочности базиса при использовании универсального армирующего элемента на 180-250%.

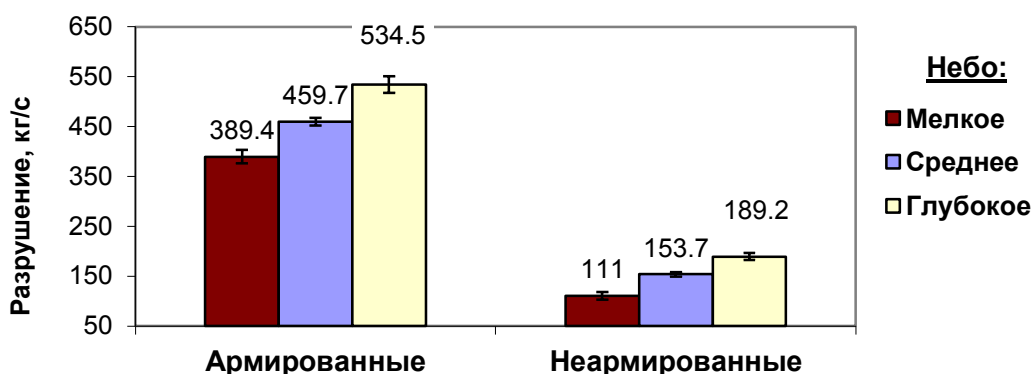


Рис. 8. Средние показатели разрушения (М, 95% ДИ) зубных протезов с армированным и неармированным базисом.

Помимо повышения механических прочностных свойств и предотвращения перелома базиса вследствие окклюзионных нагрузок, необходимо еще учитывать снижение подвижности краев протеза при знакопеременных нагрузках на базис во время функции жевания, что улучшает фиксацию протеза в клапанной зоне и снижает риск образования дубликатур слизистой оболочки протезного ложа.

Заключение. Анализ данных проведенного эксперимента показал, что разработанная авторами конструкция универсального армирующего элемента значительно снижает интенсивность напряжений в области гребня альвеолярной дуги, давая возможность базису протеза противостоять гораздо большему жевательному давлению. Полученные в эксперименте результаты подтверждают прогнозы трехмерного компьютерного моделирования для изучения напряженно-деформированных состояний ПСПП ВЧ. Предлагаемая армирующая конструкция позволяет продлить срок службы полного съемного протеза верхней челюсти, устранить нежелательные осложнения и повысить экономический эффект лечения стоматологических больных с полной вторичной адентией. Предлагаемая форма армирующего элемента для базиса ПСПП позволяет уменьшить габариты и вес армированной

конструкции, увеличив при этом ее прочностные качества.

Литература:

- 1.Воронов А.П. «Ортопедическое лечение больных с полным отсутствием зубов»/ А.П. Воронов, А.Ю. Лебеденко, И.А. Воронов .- М., 2006. – С.1
- 2.Танрыкулиев П. Т. Клиника и протезирование больных с беззубыми челюстями / П. Т. Танрыкулиев. – Ашхабад: Магарыф, 1988. – С.256
3. Василенко Р.Э. Статистический анализ эксплуатационного периода пользования полными съемными протезами в промышленном регионе / Р.Э. Василенко // Вісник стоматології. – 2012 . - № 1 . - С.92.
- 4.Свердлов Э.Ю. Съемные пластмассовые протезы, армированные металлом. / Э.Ю.Свердлов // Стоматология .- 1960.- №1.- С.49.
- 5.Мирсаев Т.Д. Опыт протезирования пластиночными протезами с литым металлическим базисом./Т.Д. Мирсаев, В.А.Стрижаков //Достижения, нерешенные проблемы и перспективы развития стоматологии на Урале. Итоговая научно-практическая конференция: Материалы. Екатеринбург 1999. - С. 98-99
- 6.Фастовец Е.А Биомеханический расчет конструкции армирующего

элемента полного съемного протеза верхней челюсти./ Фастовец Е.А., Громов О.В., Василенко Р.Э., Дехтярев В.С.// Современная стоматология.- 2013.- №4.- С.158-160

7.Писаренко О.А. Переломи базисів знімних пластинкових протезів/ О.А. Писаренко// Вісник стоматології. - 2008 . - №1. - С.102